

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08122474 A**

(43) Date of publication of application: **17.05.96**

(51) Int. Cl

**G21C 3/344**

**G21C 3/322**

**G21C 3/326**

(21) Application number: **06265676**

(22) Date of filing: **28.10.94**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(72) Inventor: **MOROOKA SHINICHI  
TSUKUMO YOSHIKI  
YAMAMOTO YASUSHI  
SHIRAKAWA TAKEETSU  
YANO TAKASHI**

(54) **FUEL SPACER AND FUEL ASSEMBLY**

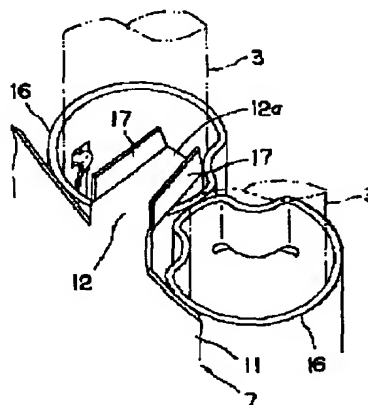
the flow tub 12.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**PURPOSE:** To provide a fuel spacer and a fuel assembly that can efficiently apply liquid drops to fuel rods, many of which exist beside the inner face of a channel box, has a simple structure and can contribute greatly to the improvement of the limit output.

**CONSTITUTION:** This fuel spacer has a supporting band 11 formed like a square frame to support a bundle of fuel rods 3 from the direction of the outer circumference and a fuel holding part 16 placed in connection with the inside of the supporting band 11 to hold each of the fuel rods 3 arranged in a lattice at some intervals. In a channel box whose section is square, coolant passages are longitudinally formed between the channel box and the fuel rods and between fuel rods. An inclining flow tub 12 for turning the coolant flow toward the fuel rods 3 is placed at the edge at least on the downstream side of the coolant flow in a supporting band 11. A section has a shape equipped with an edge 17 for controlling the inflow from the direction intersecting that of the coolant flow to a face 12a on the downstream side of the coolant flow in





3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-122474

(43) 公開日 平成8年(1996)5月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
G 2 1 C 3/344	G D B			
3/322	G D B			
3/326	G D B			

G 2 1 C 3/ 34 G D B R  
3/ 30 G D B Q

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-265676

(22) 出願日 平成6年(1994)10月28日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 師岡 慎一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 津久茂 嘉明

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 山本 泰

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

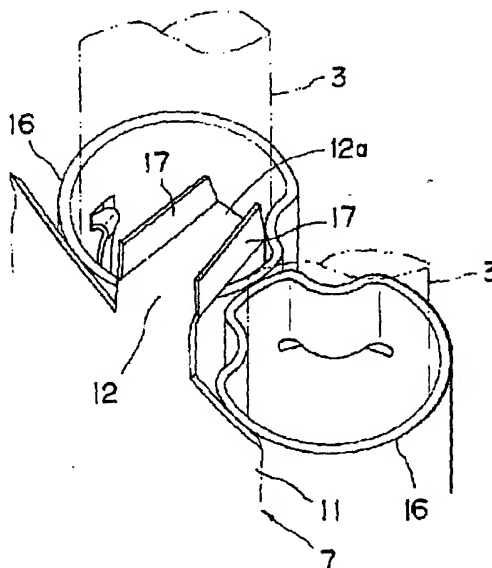
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料スぺーサおよび燃料集合体

(57) 【要約】

【目的】 チャンネルボックス内面近傍に多く存在する液滴を燃料棒に効率よく振り向けることができ、しかも構成が簡易で限界出力の向上等に大きく寄与することができる燃料スぺーサおよび燃料集合体を提供する。

【構成】 複数の燃料棒3の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンド11と、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部16とを有する。断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと燃料棒との間および各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する。支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロートブ12を設ける。フロートブ12の冷却材流れ下流側の面12aに冷却材流れ方向に交差する方向からの流れ込みを抑制するエッジ17付きの断面形状とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロートタブを設けたものにおいて、前記フロートタブの冷却材流れ下流側の面に冷却材流れ方向に交差する方向からの流れ込みを抑制するエッジ付きの断面形状としたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項2】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロートタブを設けたものにおいて、前記フロートタブの冷却材流れ上流側の面を、冷却材流れを分散させる凹凸面または突起付き面としたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項3】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロートタブを設けたものにおいて、前記フロートタブの冷却材流れ上流側の面の先端位置に、冷却材流れの直進を阻止するエッジ部を設けたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項4】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロートタブを設けたものにおいて、前記フロートタブを前記支持バンドと前記燃料棒との間に形成される間隙流路の略全面を覆う形状としたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項5】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する

四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロートタブを設けたものにおいて、前記フロートタブを、前記支持バンドの内面側に突出する断面三角形形状で、冷却材の流れの方向に沿って次第に断面が拡大する形状としたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項6】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向けるフロートタブを形成したものにおいて、前記支持バンドのフロートタブ形成部位を、冷却材の流動を受けて冷却材流れ上流側端部が前記チャンネルボックス側に移動する可動式のフロースカート部としたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項7】 請求項6記載の燃料スペーサにおいて、支持バンドのフロースカート部を、燃料集合体の隅角部に位置する燃料棒保持部に、ヒンジ部を介して回動可能に支持したことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項8】 請求項6記載の燃料スペーサにおいて、支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、前記燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部にフロートタブを形成するとともに、このサイドバンド部を前記コーナバンド部に回動または平行移動可能に支持させたことを特徴とする燃料スペーサ。

【請求項9】 複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向けるフロートタブを形成したものにおいて、前記支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、前記燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部を弾性材によって構成するとともにその冷却材流れ下流側端部をチャンネルボックス側に付勢し、かつこのサイドバンド部に冷却材流通用のガイド孔を形成したことを特徴とする燃料スペー

サ。

【請求項10】 格子状に配列した複数の燃料棒と、この各燃料棒の両端を固定保持するタイプレートと、これら燃料棒および各タイプレートを被覆する断面四角形のチャンネルボックスと、このチャンネルボックス内に長手方向に沿って間隔的に配置され前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スベサとを備えた燃料集合体において、冷却材流路の最下流側に位置するものを除く前記燃料スベサを、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スベサとしたことを特徴とする燃料集合体。

【請求項11】 格子状に配列した複数の燃料棒と、この各燃料棒の両端を固定保持するタイプレートと、これら燃料棒および各タイプレートを被覆する断面四角形のチャンネルボックスと、このチャンネルボックス内に長手方向に沿って間隔的に配置され前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スベサとを備えた燃料集合体において、前記燃料棒の燃料発熱部の長手方向中央位置から冷却材流れ下流側の領域に配置する前記燃料スベサを、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スベサとしたことを特徴とする燃料集合体。

【請求項12】 格子状に配列した複数の燃料棒と、この各燃料棒の両端を固定保持するタイプレートと、これら燃料棒および各タイプレートを被覆する断面四角形のチャンネルボックスと、このチャンネルボックス内に長手方向に沿って間隔的に配置され前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スベサとを備えた燃料集合体において、前記燃料棒の燃料発熱部の冷却材流れ下流側2/3の領域に配置する前記燃料スベサを、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スベサとしたことを特徴とする燃料集合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は原子炉の燃料集合体に組込んで燃料棒を適当な間隔に保持する燃料スベサおよびその燃料スベサを組み込んだ燃料集合体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近の水減速原子炉、特にその主流である軽水型原子炉においては、原子力プラントの運転コスト低減、長期サイクル運転、これらを実現するための燃料の経済的燃焼等のため、径方向に非均質な形状の燃料集合体が導入されている。

【0003】 図44は、このような燃料集合体の一例として、沸騰水型原子炉（BWR）で用いられている燃料集合体の構成を示したものである。即ち、この燃料集合体1は、略四角形の断面を有する管状流路であるチャンネルボックス2の中心部に、4本の燃料棒3に相当する

太径ウォータロッド4が配置され、その周囲に60本の燃料棒3が全体として正方形格子状に配置されている。

【0004】 ウォータロッド4の上下端部には冷却水流入孔5aと冷却水噴出孔5bとが形成されている。正方形格子状に配列した燃料棒3、ウォータロッド4および短尺燃料棒6の相互間の水平方向間隔を一定に保持するため、軸方向に燃料スベサ7が複数個配置されている。

【0005】 さらに、燃料スベサ7によって束ねられた燃料棒3、ウォータロッド4および短尺燃料棒6の束をチャンネルボックス2によって取り囲んでいる。チャンネルボックス2は上部タイプレート8に取り付けられ、下部タイプレート9の外側面までを覆っている。なお、図中符号10は上部タイプレート8の下面に接する燃料棒3の上端部に挿入した外部スプリングである。

【0006】 図45は図44に示した燃料スベサ7を拡大して示したもので、燃料棒3が挿入された状態を示している。燃料スベサ8は、燃料棒3の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンド11と、この支持バンド11内に連設され燃料棒3および短尺燃料棒6を通過させる燃料棒挿入通路をそれぞれ独立に形成する燃料保持部としての環状フェルールを有している。環状フェルールは燃料棒3および短尺燃料棒7と同数が格子状に配列して束ねられ、その環状フェールの束の外周が前記の支持バンド11で取り囲まれ、これによって燃料スベサ7が構成されている。

【0007】 また、燃料棒3の束がチャンネルボックス2の特定方向に著しく片寄ることがないように、支持バンド11の外側面に突出部11aが形成され、さらに支持バンド11の冷却材流れの下流側となる上端縁部からフロート12が突設されている。

【0008】 チャンネルボックス2内を流れる冷却材は、下部よりチャンネルボックス2内を上昇するとともに燃料棒3により加熱され、沸騰して液相と気相とからなる気液二相流となって上方に通過する。その際、気相は主として、燃料棒3間の比較的広い流路中を流れ、液相は一部が気相に随伴して流れ、その一部は燃料棒3の表面やチャンネルボックス2内面を液膜流として流れる。

【0009】 燃料棒3の表面に沿って流れる液相が減少すると、燃料棒3の表面熱伝達率が低下し（沸騰遅移開始）、過熱（バーンアウト）が起こるおそれがある。燃料集合体1の熱的限界は図46に示す沸騰曲線1で核沸騰領域H1から遅移沸騰領域H2に移行する状態であり、その時の熱流束を限界熱流束 $q_{CHF}$ と定義する。通常運転中の沸騰モードは核沸騰領域H1であり、この領域は安定した状態であり、燃料棒表面（被覆管表面）温度は冷却材の飽和温度より数度高い程度の温度で一定に保たれる。

【0010】 一方、バーンアウト点Aを超えると、燃料棒表面温度と冷却材飽和温度との差（過熱度）が次第に大きくなり、熱伝達が不安定な沸騰状態になる。このバ

ーンアウト点Aは実際に被覆管の熱的破損に結び付く限界点ではないが、燃料棒としては通常運転および、単一故障の過渡変化中においても許容されない沸騰領域である。このバーンアウト点Aは圧力、冷却材流量、燃料集合体形状、軸方向の出力分布、核燃料棒の出力分布等のパラメータに依存することが実験的に知られている。

【0011】また、バーンアウトが発生する軸方向位置は、ボイド率の高い領域に配設した燃料スペーサの下端から上流側に数cm以内の範囲にあることが知られている。

【0012】この原因としては、図44に示す燃料棒3間の環状流路を上昇してきた冷却材が、燃料スペーサ7の流動抵抗にあって燃料棒側に乱れを生じ、この乱れにより燃料棒表面に付着形成されていた液膜流の一部が剥離し（ドライアウト）、剥離した部位の熱伝達率が低下するためと考えられている。

【0013】炉心の熱的余裕に関する指標として現在用いられているものには、次式に示すような最小限出力比（MCPR：Minimum Critical Power Ratio）がある。

【0014】

【数1】

$MCPR = QCP / QBUNDLE$  …… (1)

ここで、QBUNDLE：燃料集合体運転出力、QCP：熱的限界出力である。

【0015】最小限界出力は炉心の燃焼と共に、図47に示すような軌跡を取る。長期サイクル運転に伴って燃料棒内の核分離核種濃度を高める必要があるため、図47に示すように、燃料取り替え後に炉心の熱的余裕度が低下する傾向がある。したがって、原子力プラントの運転コスト低減のためには、熱的限界出力の高い燃料集合体設計が求められており、ハード設計（燃料スペーサ、燃料棒など）やソフト設計（燃料濃縮度分布、燃焼管理など）の目的の1つになっている。

【0016】熱的限界出力の高い燃料集合体設計のために、従来、次の観点より限界出力の増加方法が考案されている。

【0017】（a）冷却材混合による燃料棒表面への液相の供給

（b）燃料棒単位表面あたりの熱流束の低減

このような知見から、（a）に対応する燃料集合体設計では、燃料棒の冷却に使われる冷却材割合を増加して冷却効率を増加させるため、燃料棒の冷却に寄与していないチャンネルボックス表面を流れる液相を燃料棒に振り向けるための手段が考案されている。

【0018】その1つには、チャンネルボックスに溝を設け段差をつけることにより液膜を剥離させるフロートリッパ（特開平2-44289）があり、チャンネルボックス表面を流れる液相に横方向の速度を与えることにより、燃料棒の冷却に使われる冷却材割合を増加させる効果がある。但し、チャンネルボックスの段差は、燃料

集合体の圧力損失を増加させ、また、チャンネルボックス近傍の二相流流速を減少させてしまうので、段差による液滴発生量は少なく、限界出力向上効果は小さい。

【0019】なお、燃料集合体内の冷却材の混合効果（ミキシング効果）には次の2点がある。

【0020】（1）平均的な流れによる横方向輸送（冷却材への強制的横方向流れ）

（2）乱流メカニズムによる横方向輸送

上述のフロートリッパは（1）に対応する方法であるが、（2）の作用について積極的な効果を狙ったものではない。また、（b）に対応する燃料集合体設計では、燃料棒直径を細くして燃料棒表面積を増加し、単位表面積あたりの熱流束の低減することが考案され、9×9のように燃料棒本数を増加する設計が考案されている。

【0021】一方、燃料集合体の熱的限界出力に影響する燃料集合体の構成要素には、前記の燃料スペーサ7がある。燃料スペーサ7は燃料集合体1の高さ方向に複数設置されており、燃料棒3、水ロッド4相互間のギャップおよび、チャンネルボックス2と燃料棒3、水ロッド4間のギャップを保持し、燃料集合体1の形状を維持している。一般的に燃料スペーサ設計で考慮されている点には下記の（1）から（10）のものがある。

【0022】（1）燃料集合体の耐震性

（2）燃料棒間隔の保持

（3）燃料棒振動の抑制

（4）燃料棒熱膨張のゆとり

（5）燃料集合体の組立の容易さ

（6）燃料棒との接触面積の最小化

（7）熱的限界出力の最大化

（8）燃料集合体の圧力損失の最小化

（9）寄生的中性子吸収の最小化

（10）部品点数の最小化

燃料スペーサ7の及ぼすドライアウトへの影響として、主に考えられている点に、冷却材の混合による燃料棒表面液膜への液滴供給の効果（ミキシング効果）がある。

【0023】この知見から燃料スペーサ7の設計要素としては、燃料スペーサ肉厚増加、あるいは図45に示したように、燃料スペーサ上部に内向きに設けられた突起（フロータブ12）を多数設けることなどがある。この燃料スペーサ7の上部のフロータブ12は本来、チャンネルボックス2に燃料集合体3を挿入する際の導入部として設けられたものであるが、燃料スペーサ7のミキシング効果を促進して熱的限界出力の増加に寄与することが知られている。すなわち、フロータブ12は燃料スペーサ7の冷却材流れの下流側端縁部に設けられており、燃料スペーサの上流側（下部）より流れてくる冷却材を燃料棒に向け、これにより最外周に位置する燃料棒3の熱的余裕を向上させる役割をもっている。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の燃料ス

ペーサ7では、フロータブ12の上端が燃料流路部の内側に折り曲げられており、図48および図49に示すように、最外周の燃料棒3と支持バンド11との間隙部に流れる冷却材を燃料棒3側へ偏流させており、燃料棒間隙部の冷却材を燃料棒側へより多く、効果的に偏流させることによって燃料の熱的余裕を向上する。

【0025】しかし、チャンネルボックス2は非発熱壁であるため、図50に示すように、付着した液相は蒸発せずに液膜13となって、チャンネルボックス2の壁面に沿って流れる。また、液膜13の表面では、液滴14が発生するため、液滴14が比較的多い。フロータブ12はこのような液滴14が比較的多い位置に存在しているため、フロータブ12の上端が図51および図52に示すように、燃料流路の内側に折曲げられていることによるフロータブ12下流での負圧領域15の発生により、チャンネルボックス2の内壁近くの液滴14が負圧領域15に向かって投げ出され、慣性によって、燃料棒3に付着し、燃料棒3の除熱性能を向上させると考えられる。以上が、フロータブ12による最外周燃料棒の熱的余裕向上のメカニズムと考えられる。

【0026】図53～図56は、従来の燃料スぺーサ7におけるフロータブ12の構成および作用を示している。

【0027】図53に示すように、従来ではフロータブ12が平板状に形成されており、図56に示すように、冷却材はチャンネルボックス2とフロータブ12との間を通る流れ以外に、フロータブ2の脇（冷却材の流れ方向と交差する方向）からも、フロータブ12の冷却材流れ方向下流側の面12aに巻き込む流れが生ずるので、負圧の程度、領域とも必ずしも大きくならない。

【0028】また、図54に示すように、従来ではフロータブ12が平板状であるため、上流側の面12b（下面）で捕捉された液滴は直進方向aおよび分散方向bに振り分けられ、b方向の液滴は燃料棒3への冷却には寄与するが、a方向に進む液体は燃料棒冷却に殆ど寄与しない。

【0029】さらに、図55および図56に示すように、従来の燃料スぺーサではフロータブ12の燃料棒3長手方向に沿う投影面積が小さいために、この部分に流れる冷却材の一部がそのまま通過し（矢印c）、燃料棒冷却に寄与しない。すなわち、従来の燃料スぺーサ7のフロータブ12は主として、燃料スぺーサの内側を流れる二相流に作用してミキシング効果をもたらすが、燃料スぺーサ外周部の外側を流れる二相流に対する作用は小さい。

【0030】このように、チャンネルボックス内面には液膜流を形成する多量の液相が存在しているが、燃料棒冷却への寄与が小さい。そこでチャンネルボックス表面の液膜流を燃料棒の冷却に振り向けることができれば燃料棒の冷却効果が増大すると考えられる。

【0031】このような効果を積極的に活用するために従来、他の手段として提案されているものに、特開平2-44289等のフロースカートがある。これは、燃料スぺーサ外周部下端に外向きに突起物を設けてチャンネルボックス表面液膜流を剥離し、燃料スぺーサ外周の内側の流れに運ぶ作用を想定したものである。但し、突起物とチャンネルボックスとの間の距離は、流体力学的振動による損傷を防止するため、十分接近させることはできないため、その効果は疑問視されている。

10 【0032】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的はチャンネルボックス内面近傍に多く存在する液滴を燃料棒に効率よく振り向けることができ、しかも構成が簡易で限界出力の向上等に大きく寄与することができる燃料スぺーサおよび燃料集合体を提供することにある。

【0033】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、請求項1の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スぺーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロータブを設けたものにおいて、前記フロータブの冷却材流れ下流側の面に冷却材流れ方向に交差する方向からの流れ込みを抑制するエッジ付きの断面形状としたことを特徴とする。

30 【0034】請求項2の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スぺーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロータブを設けたものにおいて、前記フロータブの冷却材流れ上流側の面を、冷却材流れを分散させる凹凸面または突起付き面としたことを特徴とする。

40 【0035】請求項3の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スぺーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロータブを設けたものに

において、前記フロート部の冷却材流れ上流側の面の先端位置に、冷却材流れの直進を阻止するエッジ部を設けたことを特徴とする。

【0036】請求項4の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロート部を設けたものにおいて、前記フロート部を前記支持バンドと前記燃料棒との間に形成される間隙流路の略全面を覆う形状としたことを特徴とする。

【0037】請求項5の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向ける傾斜したフロート部を設けたものにおいて、前記フロート部を、前記支持バンドの内面側に突出する断面三角形で、冷却材の流れの方向に沿って次第に断面が拡大する形状としたことを特徴とする。

【0038】請求項6の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向けるフロート部を形成したものにおいて、前記支持バンドのフロート部形成部位を、冷却材の流動を受けて冷却材流れ上流側端部が前記チャンネルボックス側に移動する可動式のフロースカート部としたことを特徴とする。

【0039】請求項7の発明は、請求項6記載の燃料スペーサにおいて、支持バンドのフロースカート部を、燃料集合体の隅角部に位置する燃料棒保持部に、ヒンジ部を介して回動可能に支持したことを特徴とする。

【0040】請求項8の発明は、請求項6記載の燃料スペーサにおいて、支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、前記燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部にフロート部を形成するとともに、このサイドバンド部を前記コーナバンド部に回動または平行移動可能に

支持させたことを特徴とする。

【0041】請求項9の発明は、複数の燃料棒の束を外周側から支持する四角棒状の支持バンドと、この支持バンドの内側に連設され前記各燃料棒を格子状配列で離間保持する燃料保持部とを有し、断面四角形のチャンネルボックス内でこのチャンネルボックスと前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する燃料スペーサであって、前記支持バンドの少なくとも冷却材流れ下流側の縁部に冷却材の流れを前記燃料棒側に向けるフロート部を形成したものにおいて、前記支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、前記燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部を弾性材によって構成するとともにその冷却材流れ下流側端部をチャンネルボックス側に付勢し、かつこのサイドバンド部に冷却材流通用のガイド孔を形成したことを特徴とする。

【0042】請求項10の発明は、格子状に配列した複数の燃料棒と、この各燃料棒の両端を固定保持するタイプレートと、これら燃料棒および各タイプレートを被覆する断面四角形のチャンネルボックスと、このチャンネルボックス内に長手方向に沿って間隔的に配置され前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スペーサとを備えた燃料集合体において、冷却材流路の最下流側に位置するものを除く前記燃料スペーサを、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スペーサとしたことを特徴とする。

【0043】請求項11の発明は、格子状に配列した複数の燃料棒と、この各燃料棒の両端を固定保持するタイプレートと、これら燃料棒および各タイプレートを被覆する断面四角形のチャンネルボックスと、このチャンネルボックス内に長手方向に沿って間隔的に配置され前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スペーサとを備えた燃料集合体において、前記燃料棒の燃料発熱部の長手方向中央位置から冷却材流れ下流側の領域に配置する前記燃料スペーサを、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スペーサとしたことを特徴とする。

【0044】請求項12の発明は、格子状に配列した複数の燃料棒と、この各燃料棒の両端を固定保持するタイプレートと、これら燃料棒および各タイプレートを被覆する断面四角形のチャンネルボックスと、このチャンネルボックス内に長手方向に沿って間隔的に配置され前記燃料棒との間および前記各燃料棒相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スペーサとを備えた燃料集合体において、前記燃料棒の燃料発熱部の冷却材流れ下流側2/3の領域に配置する前記燃料スペーサを、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スペーサとしたことを特徴とする。

【0045】

お、以下の実施例の燃料スベサの全体構成については図45に示したものと略同様であるから図45も実施例の説明に参照し、また燃料スベサを適用する燃料集合体の構成については図44に示した従来の構成と略同様であるから、図44も以下の実施例の説明に使用する。

#### 【0058】実施例1（図1～図5）

本実施例は、燃料スベサについてのものである。図1は本実施例の基本的な構成を示す斜視図、図2は作用を示す説明図である。図3、図4、図5はそれぞれ変形例を示す斜視図である。

【0059】図1、図44および図45に示すように、本実施例の燃料スベサ7は、複数の燃料棒3の束を外周側から支持する四角枠状の支持バンド11と、この支持バンド11の内側に連設され各燃料棒3を例えば8×8等の格子状配列で離間保持する燃料保持部としての円形のセル16とを有し、断面四角形のチャンネルボックス2内でチャンネルボックス2と燃料棒3との間および各燃料棒3相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成するようにになっている。

【0060】支持バンド11の冷却材流れ下流側の縁部（上端縁部）には、燃料棒3側に傾斜したフロート12が一体的に設けられ、図の下方から上方に向かう冷却材の流れを燃料棒3側に向けるようになっている。フロート12の冷却材流れ下流側の面（上面）12aの両側縁部にはエッジ17が一括に立設され、これによりフロート12全体がエッジ付き（断面コ字形）とされている。

【0061】このようなフロート12を有する燃料スベサ7を用いて燃料集合体1を構成した場合には、図2に示すように、チャンネルボックス2内で上方に向かう冷却材の流れ（矢印d）がフロート12の傾斜に沿って燃料棒3側に向けられ、その偏流によってフロート12の下流側の面12aが負圧領域15となるが、フロート12の両側縁部に立上がるエッジ17によって負圧領域15が両側外方から遮蔽されるので、冷却材は各エッジ17の外側で上昇するようになり（矢印e）、冷却材流れ方向に交差する方向から負圧領域15への流れ込みは従来の平板状のフロートの場合に比較して（図53の矢印参照）、大幅に抑制されるようになる。

【0062】したがって、本実施例の燃料スベサ7によれば、フロート12の冷却材流れの下流側の面12aへの巻き込みが抑制されてフロート12の負圧領域が拡大するので、チャンネルボックス2とフロート12との間から燃料棒3側に向かう冷却材流れが強化でき、これによりチャンネルボックス2の内面近傍の液滴を燃料棒3側へ多く付着させることができ、最外周燃料棒の熱的余裕を従来に比して向上することができる。

【0063】図3に示す本実施例の変形例では、フロート12が断面V字形に折曲され、冷却材流れの下流側の面12aが、傾斜状に立上がる両側のエッジ17によ

って両側外方から遮蔽される構成となっている。この例では、フロート12の冷却材流れの下流側の面12aが先端側に向って次第に幅狭とされ、エッジ17は先端側に向って次第に起立高さが大きくなっている。

【0064】図4に示す本実施例の変形例では、フロート12が断面U字形に湾曲し、冷却材流れの下流側の面12aが、湾曲した両側のエッジ17によって両側外方から遮蔽される構成となっている。

【0065】これらの図3および図4に示す変形例の構成によっても、図1に示した例と同様に、フロート12の両側縁部に立上がるエッジ17によってフロート12の冷却材流れの下流側の面12aへの巻き込みを抑制することができる。

【0066】図5に示す本実施例の変形例では、図1の例と逆にフロート12の冷却材流れ上流側の面（下面）12bの両側縁部にエッジ17が下向きに突設され、これによりフロート12全体がエッジ付き（断面コ字形）とされている。

【0067】この図5に示す変形の構成では、フロート12の下面12bの両側から上向きに回り込む冷却材の流量を抑制することができ、これにより結果的に前記各例と同様に、フロート12の冷却材流れの下流側の面12aへの巻き込みを抑制することができる。

【0068】なお、以上の例ではフロート12の全部を冷却材流れ下流側の面12aへの冷却材流れ込みを抑制して同面への発生負圧を拡大させるエッジ付きの断面形状としたが、フロート12の一部をエッジ付きの断面形状としてもよい。

#### 【0069】実施例2（図6～図9）

本実施例は、燃料スベサ7の支持バンド11に設けられるフロート12の冷却材流れ上流側の面（下面）12bを、冷却材流れを分散させる凹凸面または突起付き面とし、あるいは先端エッジ付きとしたものである。図6は凹凸面または突起付き面とした場合の構成を示す底面図、図7は図6のA-A線断面図である。図8は先端エッジ付きとした構成を示す底面図、図9は図8のB-B線断面図である。

【0070】図6および図7に示す実施例の燃料スベサ7では、フロート12の冷却材流れ上流側の面（下面）12bに、そのフロート12の中心位置から近接する燃料棒3に向くように傾斜する略く字形の凸部18が複数、そのフロート12先端側に向って間隔的に形成されている。これにより、フロート12の下面は籠状の複数の凹凸面となっている。

【0071】このような構成のフロート12を有する燃料スベサ7を用いた燃料集合体1では、図7に示すように、燃料スベサ7の支持バンド11の内側に沿って上昇する冷却材（矢印f1）が、フロート12の下面である上流側の面12bで偏流する際に、図8に示すように、フロート12の略く字形の凸部18によって

【作用】請求項1の発明によれば、フロータブの全部または一部を、冷却材流れ下流側の面への冷却材流れ込みを抑制して同面への発生負圧を拡大させるエッジ付きの断面形状としたことで、そのエッジによってフロータブの側方からの液滴の巻き込みが押さえられる。したがって、フロータブの冷却材流れ下流側の面の負圧を大きくすることができ、負圧領域を広げることでチャンネルボックスとフロータブとの間からフロータブ下流面に向かう流れを強化することができる。

【0046】請求項2の発明によれば、フロータブの冷却材流れ上流側の面を、冷却材流れを分散させる凹凸面または突起付き面としたことで、捕捉した液滴の直進を防止して、燃料棒に向く分散量を多くすることができる。したがって、従来のフロータブに比較して冷却効率が良好となる。

【0047】請求項3の発明によれば、フロータブの冷却材流れ上流側の面の先端位置に、冷却材流れの直進を阻止するエッジ部を設けたことで、前記同様に、捕捉した液滴の直進を防止して、燃料棒に向く分散量を多くし、冷却効率の向上が図れる。

【0048】請求項4の発明によれば、フロータブを支持バンドと燃料棒との間に形成される間隙流路の略全面を覆う形状としたことで、フロータブの燃料棒長手方向に沿う投影面積を大きくして、この部分に流れる冷却材の単なる通過を防止して、冷却効率を向上することができる。つまり、最外周の燃料棒とスペーサバンドとの間隙部に流れる冷却材を燃料の内部側へ偏流させ、燃料間隙部の冷却材を燃料内部へより多く、効果的に偏流させることによって、燃料の熱的余裕を向上することができる。

【0049】請求項5の発明によれば、フロータブを、支持バンドの内面側に突出する断面三角形形状で、冷却材の流れの方向に沿って次第に断面が拡大する形状としたことで、流路を流れる蒸気中の液滴の方向を従来のフロータブに比較してスムーズに燃料棒表面側に向けることができる。これにより、燃料棒表面の液膜流量を増加させ、さらに断面三角形形状のフロータブにより、最外周流路の抵抗が低下するので、通過する蒸気流量の増加、ひいてはこれに随伴する液相の通過量を増加させ、燃料棒表面に供給される液相を増加させることができる。

【0050】請求項6の発明によれば、支持バンドのフロータブ形成部位を、冷却材の流動を受けて冷却材流れ上流側端部がチャンネルボックス側に移動する可動式のフロースカート部としたことで、冷却材の下方からの流れによる上方への持ち上げ力によって、フロースカート部がチャンネルボックス側へ移動する。これにより、チャンネルボックス内壁の液相が剥離され、剥離された液相によって燃料棒の冷却効率を向上することができる。

なお、冷却材が流れない状態では、持ち上げ力が作用しないので、フロースカート部がチャンネルボックスから

離間し、支持バンドとして保持されるので、燃料集合体の組立、分解等の支障にならない。

【0051】請求項7の発明によれば、支持バンドのフロースカート部を、燃料集合体の隅角部に位置する燃料棒保持部に、ヒンジ部を介して回動可能に支持したことで簡単な構成で、フロースカートの回動による円滑な動作が行え、前記の液相剥離作用が効率よく得られる。

【0052】請求項8の発明によれば、支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部にフロータブを形成するとともに、このサイドバンド部をコーナバンド部に回動または平行移動可能に支持させたことで、前記請求項7の発明と同様に簡単な構成で液相剥離作用が得られる。なお、フロースカート全体がチャンネルボックス側に移動する構成とした場合には、液相剥離作用がより確実に行われる。

【0053】請求項9の発明によれば、支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部を弾性材によって構成するとともにその冷却材流れ下流側端部（上端部）をチャンネルボックス側に付勢し、かつこのサイドバンド部に冷却材流通用のガイド孔を形成したことで、サイドバンド部の上端部が常時チャンネルボックスに接触する状態となり、前記のフロースカート部を有する構成と同様に、チャンネルボックス内壁の液相剥離によって燃料棒の冷却効率を向上することができる。本発明の場合には、冷却材の流れと無関係にサイドバンド部の上端部がチャンネルボックスに接触する構成であるから、前記のフロースカート部を有する構成に比して取付け等に多少の手間を要するが、液相剥離の作用は、冷却材流量に係わりなく、より確実に行える。

【0054】請求項10の発明によれば、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スペーサを、冷却材流路の最下流側に位置するものを除く燃料スペーサとして適用することで、炉心全体での有効な冷却効果が得られる。

【0055】請求項11の発明によれば、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スペーサを、燃料棒の燃料発熱部の長手方向中央位置から冷却材流れ下流側の領域に配置することで、気液分離の激しい炉心上部で効果的な冷却効果が得られる。

【0056】請求項12の発明によれば、さらに請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スペーサの設置領域を、燃料棒の燃料発熱部の冷却材流れ下流側2/3の領域に設定することで、必要部位でのより有効な冷却効果が得られる。

【0057】

【実施例】以下、図1～図43を参照して本発明に係る燃料スペーサおよび燃料集合体の実施例を説明する。な

各燃料棒3側に向く分散流となり(矢印f2)、燃料棒3間に抜けるようなフロート12先端側に向く直進流(図6の左方向の流れ)は減少する。

【0072】したがって本実施例によれば、フロート12で捕捉される液滴の多くが燃料棒3側に向く分散流となるので、従来の燃料フロート構成に比較して燃料の冷却効率が良好なものとなる。

【0073】なお、図6および図7に示した構成例では、凸部18の形状を略く字状とし、その個数を3個としたが、凸部18の形状およびそれによる凹凸面の形状ならびに個数等については図示のものに限定されず、種々の変形が可能である。例えば複数の板状の突起としてもよい。

【0074】図8および図9に示す実施例では、フロート12の冷却材流れ上流側の面12bの先端に、直進流を阻むエッジ19が下向きに突設されている。

【0075】このような構成によっても前記同様に、支持バンド11の内側に沿って上昇する冷却材(図9の矢印f1)がフロート12の上流側の面12bで偏流する際に、フロート12の先端のエッジ19によって各燃料棒3側に向く分散流となり(図8の矢印f3)、燃料棒3間に抜けるようなフロート12先端側に向く直進流を減少することができる。

【0076】なお、以上の凸部18およびエッジ19による冷却材の偏流は、フロート12から遠ざかる方向の分力を持つことにより、フロート12の下流側の面(上面)12aへの冷却材の回り込みの減少にも寄与するので、前記実施例1の負圧領域拡大を補足する効果もある。したがって、本実施例2の構成と前記実施例1の構成とを併用すれば、燃料棒冷却上でより効果的なものとなる。

#### 【0077】実施例3(図10~図13)

本実施例の燃料スパーサ7は、フロート12を支持バンド11と燃料棒3との間に形成される間隙流路の略全面を覆う形状としたものである。図10、図11および図12は、それぞれ異なる形状のフロート12の構成を示す斜視図であり、図13(A)、(B)は作用を示す説明図である。

【0078】本実施例において、図10に示す燃料スパーサ7では、フロート12が支持バンド11の冷却材流れ下流側の端縁部から略面一な立上がり部12cから内周側に向かって傾斜状に折曲されて台形状に突出しており、従来の構成(図55および図56参照)に比して、幅方向寸法が拡大されている。また、図11に示すフロート12は、従来の構成に比して突出長さ寸法が拡大されている。さらに、図12に示すフロート12は、従来の構成に比して幅方向寸法および突出長さ寸法が拡大されるとともに、両側縁部が湾曲して先端部が幅狭となっている。

【0079】このように幅または突出長さが拡大された

フロート12によって、図13(A)に示すように、支持バンド11と燃料棒3との間に形成される間隙流路20の略全面が覆われるようになっている。したがって、本実施例の燃料スパーサ7によれば、図13(B)に示すように、支持バンド11と燃料棒3との間に形成される間隙流路20内で上昇する冷却材のうち、フロート12の側方を介して上昇する流れ(矢印g)は、図55に示す従来例の場合と比較して低減し、燃料棒3側に向かって偏流する流れ(矢印h)が増大する。

【0080】よって、本実施例によれば、最外周の燃料棒3と支持バンド12との間隙部20に流れる冷却材を燃料棒側へより多く、かつ効果的に偏流させることによって、燃料の熱的余裕を向上することができる。

#### 【0081】実施例4(図14~図29)

本実施例の燃料スパーサ7は、フロート12を支持バンド11の内面側に突出する断面三角形状で、冷却材の流れの方向に沿って次第に断面が拡大する形状としたものである。図14~図17は基本構成例を示し、図18~図21は第1変形例、図22~図25は第2変形例、図26~図29は第3変形例をそれぞれ示している。

【0082】まず、図14~図17によって基本構成例について説明する。図14は燃料スパーサ7のフロート12部分の斜視図、図15は同正面図、図16は同側断面図、図17は同平面図である。

【0083】この燃料スパーサ7では、支持バンド11の内面側に突出するフロート12が、三角錐状に折曲した板材によって構成されている。このフロート12は、支持バンド11の冷却材流れ方向略中間位置から立上がり、支持バンド11の冷却材流れ下流側端部(上端部)まで延びており、冷却材の流れの方向(上方)に沿って次第に断面が直線的に拡大する形状となっている。

【0084】このような断面凸型の三角形のフロート12を支持バンドの内面に有する燃料スパーサ7によると、支持バンド11と燃料棒3との間に形成される間隙流路20内で上昇する冷却材(蒸気中の液滴)を、単板状の従来のフロートに比較してスムーズに燃料棒3の表面側に向けることができる。したがって、燃料棒3の表面の液膜流量を増加させることができるとともに、さらに断面三角形の構造物があることにより、最外周の間隙流路20の抵抗を低下させ、その流路内を通過する蒸気流量を増加させることによって随伴する液相の通過量も増加させることができるため、燃料棒3の表面に供給される液相の増加が図れる。

【0085】次に、図18~図21によって第1変形例について説明する。図18は燃料スパーサ7のフロート12部分の斜視図、図19は同正面図、図20は同側断面図、図21は同平面図である。

【0086】この燃料スパーサ7も、支持バンド11の内面側に突出するフロート12が、三角錐状に折曲した板材によって構成され、このフロート12が支持バ

ンド11の冷却材流れ方向略中間位置から立上がり、冷却材の流れの方向（上方）に沿って次第に断面が直線的に拡大する形状となっている。この点では前記基本構成例と略同様であるが、本例ではさらにフロート12が支持バンド11の冷却材流れ下流側端部（上端部）より上方位置まで延びている。このフロート12の支持バンド11上方への突出部12dの横断面は、非突出部分である本体部12eの上端部の横断面と同一となっている。

【0087】このような構成によると、前記の基本構成例と同様の作用効果が奏されるほか、フロート12に支持バンド11上方への突出部12dを設けたことにより、間隙流路20内で支持バンド11の上端部まで上昇した冷却材に流れの乱れを生じさせることなく上方にスムーズに流動させることができる。

【0088】次に、図22～図25によって第2変形例について説明する。図22は燃料スベサ7のフロート12部分の斜視図、図23は同正面図、図24は同側断面図、図25は同平面図である。

【0089】この燃料スベサ7も、支持バンド11の内面側に突出するフロート12が、三角錐状に折曲した板材によって構成され、このフロート12が支持バンド11の冷却材流れ方向略中間位置から立上がり、支持バンド11の冷却材流れ下流側端部（上端部）まで冷却材の流れの方向（上方）に沿って次第に断面が拡大する形状となっている点で、前記基本構成例と略同様である。ただし、本例ではフロート12の上方に向かう断面拡大形状が流線形状に湾曲している。

【0090】このような構成によると、フロート12が流線形状に湾曲していることにより、前記の基本構成例に比して一層スムーズな冷却材の偏流作用が得られる。

【0091】次に、図26～図29によって第3変形例について説明する。図26は燃料スベサ7のフロート12部分の斜視図、図27は同正面図、図28は同側断面図、図29は同平面図である。

【0092】この燃料スベサ7は、第3変形例に第2変形例の要素を加味したものである。すなわち、支持バンド11の内面側に突出するフロート12が、三角錐状に折曲した流線形状の湾曲板材によって冷却材流れ方向に次第に断面が拡大する構成とされており、さらに支持バンド11の冷却材流れ下流側端部（上端部）より上方位置まで延びている。このフロート12の支持バンド11上方への突出部12dの横断面は、非突出部分である本体部12cの上端部の横断面と同一となっている。

【0093】このような構成によると、フロート12が流線形状に湾曲していることにより、前記の基本構成例に比してスムーズな冷却材の偏流作用が得られるとともに、フロート12に支持バンド11上方への突出部

12dを設けたことにより、間隙流路20内で支持バンド11の上端部まで上昇した冷却材に流れの乱れを生じさせることなく上方にスムーズに流動させることができるという両作用効果が奏される。

#### 【0094】実施例5（図30～図33）

本実施例から実施例7までの燃料スベサ7は、支持バンド11のフロート形成部位を冷却材の流動を受けてチャンネルボックス側に移動する可動式のフロッスカート部としたものである。図30は本実施例の全体構成を示す斜視図、図31および図32はそれぞれフロッスカート部が閉じた状態および開いた状態を示す説明図、図33はチャンネルボックス2内面での液相の剥離の状況を示す説明図である。

【0095】図30に示すように、本実施例の燃料スベサ7はセル型で、燃料棒3を例えば4×4の格子配列で保持する燃料保持部としての円形状の複数（16個）のセル21が、縦横方向で隣接するもの同士、互いに溶接固定されている。支持バンド11は、燃料集合体1の辺部に位置する燃料棒保持用のセル21に位置するサイドバンドタイプとして構成され、4辺に対応した4個のエレメントからなっている。

【0096】この支持バンド11の各エレメントがそれぞれフロッスカート22となっている。各フロッスカート22は、長方形の本体部23と、この本体部23の冷却材流れ下流側端縁部（上端縁部）に間隔的に一体突設された複数（3個）のフロート12と、本体部23の冷却材流れ上流側端縁部（下端縁部）に一体連設され外周側に傾斜したスカート部24とから構成されている。

【0097】そして、本体部23の横方向両端部の上部に支点ピン25が設けられ、この支点ピン25が、隅角部に位置する一対のセル21aにヒンジ26を介して回動自在に支持されている。なお、隅角部に位置するセル21aの下部にはヒンジ26と同一形状の突起状のガイド27が設けられている。このガイド27は燃料バンドルをチャンネルボックス2に挿入する際の案内機能と、チャンネルボックス2内で燃料バンドルを中心に位置させるためのガイド機能とを有している。

【0098】このような構成を有する本実施例の燃料スベサ7によると、冷却材が流れていない状況では図31に示すように、フロッスカート22がセル21に沿って垂直状態に保持される。

【0099】一方、冷却材が燃料集合体1の下方から上方に流れると、図32に示すように、フロッスカート22の下端のスカート部24に冷却材が当たって持ち上げ力が作用し、その際の分力によりフロッスカート22にヒンジ26部を中心として下端が外周側に向く回動力が発生する。回動力は回動中心からの距離とその場所に発生する流体力の積によるモーメントであるが、回動中心（図33のO）を上下中央よりも上方に設定すること

で、フロースカート22の下側が広がるように回動力を作用させることができる。

【0100】フロースカート22の下側が広がるように回動することにより、図33に示すように、スカート部24がチャンネルボックス2の内面に接触し、チャンネルボックス2内面に沿って上昇している液相を強制的に剥離させることができる。剥離された液相の流れは、フロースカートに沿って流れた後、液相の噴流となり（矢印1）、液相の噴流は燃料棒3に向かい、これにより燃料棒3の冷却に寄与することができる。

【0101】なお、冷却材が流れない状態となると、フロースカート22への持ち上げ力が作用しなくなるので、フロースカート22がチャンネルボックス2から離間し、支持バンドとして保持されるので、燃料集合体の組立、分解等の支障にはならない。

【0102】本実施例によれば、支持バンド11のフロースカート22を、燃料集合体1の隅角部に位置するセル21aに、ヒンジ26を介して回動可能に支持した簡単な構成で、フロースカート22の回動による円滑な動作が行え、幅広い範囲に亘る液相剥離作用が効率よく得られる。

#### 【0103】実施例6（図34～図37）

本実施例の燃料スベサ7は、支持バンド11を燃料集合体1の隅角部に位置する燃料棒3を覆うコーナバンド部28と、燃料集合体1の辺部に位置する燃料棒3を覆うサイドバンド部29とに分割し、このサイドバンド部29をフロースカートとして回動可能としたものである。図34は本実施例の全体構成を示す斜視図、図35および図36はそれぞれフロースカート部が閉じた状態および開いた状態を示す説明図、図37はチャンネルボックス2内面での液相の剥離の状況を示す説明図である。

【0104】図34に示すように、本実施例の燃料スベサ7もセル型で、燃料棒3を例えば4×4の格子配列で保持する燃料保持部としての円形状の複数（16個）のセル21が、縦横方向で隣接するもの同士、互いに溶接固定されている。支持バンド11は、燃料集合体1の隅角部に位置する燃料棒3を覆う4個のコーナバンド部28と、燃料集合体1の辺部に位置する燃料棒3を覆う4個のサイドバンド部29とに分割されている。各コーナバンド部28は隅角位置のセル21aに固定されている。また、各サイドバンド部29はフロースカートとされている。

【0105】この各フロースカートとしてのサイドバンド部29は、長方形の本体部30と、この本体部23の冷却材流れ下流側端縁部（上端縁部）に一体突設された一つのフロータブ12と、本体部30の冷却材流れ上流側端縁部（下端縁部）に一体連設され外周側に傾斜したスカート部31とから構成され、本体部30の横方向両端部の上下部に一対の支持タブ32、33が設けら

れ、この各支持タブ32、33が、コーナバンド部28の端部に形成した上下一対の切欠部34、35に係合し、燃料スベサ7の内外方向に一定範囲内でスライド可能となっている。そして、この各支持タブ32、33のうち、下部支持タブ33の長さが上部支持タブ32よりも長く設定されており、これによりフロースカートとしてのサイドバンド部29は下端側が上端側よりも大きくスライド移動できるようになっている。

【0106】このような構成を有する本実施例の燃料スベサ7によると、冷却材が流れていない状況では前記実施例5と同様に、図35に示すように、サイドバンド部29がセル21に沿って垂直状態に保持される。

【0107】一方、冷却材が燃料集合体1の下方から上方に流れると、図36に示すように、サイドバンド部29の下端のスカート部31に冷却材が当たって持ち上げ力が作用し、その際の分力によりサイドバンド部29の下端が外周側に向く力が発生し、サイドバンド部29は燃料スベサ7の外側（図の右側）に向かってスライド移動する。この場合、下部支持タブ33の長さが上部支持タブ32よりも長く設定されているので、上部支持タブ32が一定距離スライドして停止後も下部支持タブ33側がスライド移動するので、上部支持タブ32の係止位置付近（図33の○点位置）を支点として、サイドバンド部29が回動する。

【0108】サイドバンド部29の下側が広がるように回動することにより、図33に示すように、スカート部31がチャンネルボックス2の内面に接触し、チャンネルボックス2内面に沿って上昇している液相を強制的に剥離させることができる。剥離された液相の流れは、前記実施例5と同様に、サイドバンド部29に沿って流れた後、液相の噴流となり（矢印1）、液相の噴流は燃料棒3に向かい、これにより燃料棒3の冷却に寄与することができる。

【0109】なお、本実施例でも冷却材が流れない状態となると、サイドバンド部29への持ち上げ力が作用しなくなるので、サイドバンド部29がチャンネルボックス2から離間し、支持バンドとして保持されるので、燃料集合体の組立、分解等の支障にはならない。

【0110】本実施例によっても、支持バンド11のサイドバンド部29を、燃料集合体1の隅角部に位置するセル21aに、ヒンジ26を介して回動可能に支持した簡単な構成で、サイドバンド部29の回動による円滑な動作が行え、幅広い範囲に亘る液相剥離作用が効率よく得られる。

#### 【0111】実施例7（図38～図41）

本実施例は、前記実施例6と同様に、支持バンド11を燃料集合体1の隅角部に位置する燃料棒3を覆うコーナバンド部28と、燃料集合体1の辺部に位置する燃料棒3を覆うサイドバンド部29とに分割し、このサイドバンド部29をフロースカートとしたものであるが、前記

実施例6と異なり、サイドバンド部29を一部の構成の変形により横移動可能としたものである。図38は本実施例の全体構成を示す斜視図、図39および図40はそれぞれフロースカート部が閉じた状態および開いた状態を示す説明図、図41はチャンネルボックス2内面での液相の剥離の状況を示す説明図である。

【0112】本実施例では図38に示すように、フロースカートとしてのサイドバンド部29の下端部にスカート部がなく、フロータブ12の上部が燃料スぺーサ7の内方に傾斜して、上昇する冷却材の流れによる力を受けるようになっている。また、コーナバンド部28に支持するためのサイドバンド部29の上下の各支持タブ32、33には、特に長さの差が設けられていない。一方、コーナバンド部28の端部に形成される上下一対の切欠部34、35は、燃料スぺーサ7の外方に向かって次第に高くなる曲線状のガイド溝とされている。

【0113】このような構成の本実施例においては、図39および図40に示すように、燃料スぺーサ7の下方から冷却材が流れると、上昇する冷却材の流れによる力がフロータブ12に作用してサイドバンド部29を上方へ持ち上げる流体力が働く。この力によって、サイドバンド部29は上方に移動し、ガイド溝としての切欠部34、35に沿って外方に案内されて移動する。サイドバンド部29が外方に移動した状態では、チャンネルボックス2の内面にサイドバンド部29の全体が接触する。

【0114】これにより、図41に示すように、チャンネルボックス2に接触しているサイドバンド部29のフロータブ12によって、チャンネルボックス内面の液相が剥離される。剥離した液相によって、燃料棒の冷却効率の向上が前記同様に図られる。

#### 【0115】実施例8(図42、図43)

本実施例は、前記実施例6、7と同様に、支持バンド11を燃料集合体1の隅角部に位置する燃料棒3を覆うコーナバンド部28と、燃料集合体1の辺部に位置する燃料棒3を覆うサイドバンド部29とに分割するものであるが、サイドバンド部29を固定的に構成したものである。図42は本実施例の全体構成を示す斜視図、図43はチャンネルボックス2内面での液相の剥離の状況を示す説明図である。

【0116】本実施例では図42および図43に示すように、サイドバンド部29の冷却材流れ下流側端部が外側に付勢された弾性材によって構成され、その上部にガイド孔としての冷却材流通孔36と、この冷却材流通孔36を覆う半屋根状の流れ規制板37とが設けられている。フロータブ12は前記実施例7と同様に、燃料スぺーサ7の内方に向かって傾斜している。そして、サイドバンド部29の上端部がチャンネルボックス2の内面に圧接する構成となっている。

【0117】本実施例によれば、支持バンド11のサイドバンド部29を弾性材によって構成するとともに、そ

の冷却材流れ下流側端部(上端部)をチャンネルボックス2側に付勢し、かつこのサイドバンド部29にガイド孔としての冷却材流通孔36を形成したことで、サイドバンド部29の上端部が常時チャンネルボックス2に接触して傾斜状態となり、冷却材は冷却材流通孔36を通して上方に通るようになる。そして、フロータブ12によって燃料棒側に偏流される。

【0118】したがって、本実施例においても、フロースカート部を有する構成と同様に、チャンネルボックス2の内壁の液相剥離によって燃料棒の冷却効率を向上することができる。なお、本実施例の場合には、冷却材の流れと無関係にサイドバンド部29の上端部がチャンネルボックス2に接触する構成であるから、フロースカート部を有する構成に比して取付け等に多少の手間を要するが、液相剥離の作用は、冷却材流量に係わりなく、より確実に行える。

【0119】なお、以上の各実施例では、丸セル型スぺーサについて記したが、他の形状のセル型としてもよく、また他の形式(例えばグリッド型)のスぺーサにも適用可能である。

【0120】また、前記各実施例においては4×4の格子配列に用いる燃料スぺーサを示したが、7×7、8×8など他の格子状配列の燃料スぺーサについても適宜適用可能なことは勿論である。

【0121】さらに、以上の実施例1から実施例8までの構成を複合させて、種々の変形例として実施することも可能である。

#### 【0122】実施例9

本実施例は、図44に示す燃料集合体についてのものである。本実施例では、格子状に配列した複数の燃料棒3と、この各燃料棒3の両端を固定保持するタイプレート8、9と、これら燃料棒3および各タイプレート8、9を被覆する断面四角形のチャンネルボックス2と、このチャンネルボックス2内に長手方向に沿って間隔的に配置されチャンネルボックス2と燃料棒3との間および各燃料棒3相互間に長手方向に沿う冷却材流路を形成する複数の燃料スぺーサ7とを備えた燃料集合体において、冷却材流路の最下流側に位置するものを除く燃料スぺーサ3を、前記実施例1ないし8のいずれか、またはこれらを複合した燃料スぺーサとして適用するものである。

【0123】このような構成によれば、冷却材流路の最下流側に位置するものを除く燃料スぺーサ7が前記のように有効に冷却材の偏流機能を果たすことから、炉心全体での有効な冷却効果が得られるものである。

#### 【0124】実施例10

本実施例は、前記実施例9と略同様であるが、図44に示す燃料集合体において、燃料棒3の燃料発熱部の長手方向中央位置から冷却材流れ下流側の領域に配置する前記燃料スぺーサ7を、前記実施例1ないし8のいずれかまたはその複合した燃料スぺーサとしたものである。

【0125】このような本実施例によれば、実施例1ないし8の燃料スパーサを、燃料棒3の燃料発熱部の長手方向中央位置から冷却材流れ下流側の領域に配置することで、気液分離の激しい炉心上部で効果的な冷却効果が得られる。

#### 【0126】実施例11

本実施例は、前記実施例9と略同様であるが、図44に示す燃料集合体において、燃料棒3の燃料発熱部の冷却材流れ下流側2/3の領域に配置する燃料スパーサ7を、前記実施例1ないし8のいずれかまたはその複合した燃料スパーサとしたものである。

【0127】このような本実施例によれば、実施例1ないし8の燃料スパーサを、燃料棒3の燃料発熱部の冷却材流れ下流側2/3の領域に配置することで、必要部位でのより有効な冷却効果が得られる。

#### 【0128】

【発明の効果】以上で詳述したように、本発明によれば、チャンネルボックス内面近傍に多く存在する液滴を燃料棒に効率よく振り向けることができ、しかも構成が簡易で限界出力の向上等に大きく寄与することができる燃料スパーサおよび燃料集合体を提供することができる。

【0129】すなわち、請求項1の発明によれば、フロート部の全部または一部を、冷却材流れ下流側の面への冷却材流れ込みを抑制して同面への発生負圧を拡大させるエッジ付きの断面形状としたことで、そのエッジによってフロート部の側方からの液滴の巻き込みが押さえられる。したがって、フロート部の冷却材流れ下流側の面の負圧を大きくすることができ、負圧領域を広げることでチャンネルボックスとフロート部との間からフロート部下流面に向かう流れを強化することができる。

【0130】請求項2の発明によれば、フロート部の冷却材流れ上流側の面を、冷却材流れを分散させる凹凸面または突起付き面としたことで、捕捉した液滴の直進を防止して、燃料棒に向く分散量を多くすることができる。したがって、従来のフロート部に比較して冷却効率が良好となる。

【0131】請求項3の発明によれば、フロート部の冷却材流れ上流側の面の先端位置に、冷却材流れの直進を阻止するエッジ部を設けたことで、前記同様に、捕捉した液滴の直進を防止して、燃料棒に向く分散量を多くし、冷却効率の向上が図れる。

【0132】請求項4の発明によれば、フロート部を支持バンドと燃料棒との間に形成される間隙流路の略全面を覆う形状としたことで、フロート部の燃料棒長手方向に沿う投影面積を大きくして、この部分に流れる冷却材の単なる通過を防止して、冷却効率を向上することができる。つまり、最外周の燃料棒とスパーサバンドとの間隙部に流れる冷却材を燃料の内部側へ偏流させ、燃料間隙部の冷却材を燃料内部へより多く、効果的に偏流させ

ることによって、燃料の熱的余裕を向上することができる。

【0133】請求項5の発明によれば、フロート部を、支持バンドの内面側に突出する断面三角形状で、冷却材の流れの方向に沿って次第に断面が拡大する形状としたことで、流路を流れる蒸気中の液滴の方向を従来のフロート部に比較してスムーズに燃料棒表面側に向けることができる。これにより、燃料棒表面の液膜流量を増加させ、さらに断面三角形状のフロート部により、最外周流路の抵抗が低下するので、通過する蒸気流量の増加、ひいてはこれに随伴する液相の通過量を増加させ、燃料棒表面に供給される液相を増加させることができる。

【0134】請求項6の発明によれば、支持バンドのフロート部形成部位を、冷却材の流動を受けて冷却材流れ上流側端部がチャンネルボックス側に移動する可動式のフロースカート部としたことで、冷却材の下方からの流れによる上方への持ち上げ力によって、フロースカート部がチャンネルボックス側へ移動する。これにより、チャンネルボックス内壁の液相が剥離され、剥離された液相によって燃料棒の冷却効率を向上することができる。なお、冷却材が流れない状態では、持ち上げ力が作用しないので、フロースカート部がチャンネルボックスから離間し、支持バンドとして保持されるので、燃料集合体の組立、分解等の支障にならない。

【0135】請求項7の発明によれば、支持バンドのフロースカート部を、燃料集合体の隅角部に位置する燃料棒保持部に、ヒンジ部を介して回転可能に支持したことで簡単な構成で、フロースカートの回転による円滑な動作が行え、前記の液相剥離作用が効率よく得られる。

【0136】請求項8の発明によれば、支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部にフロート部を形成するとともに、このサイドバンド部をコーナバンド部に回転または平行移動可能に支持させたことで、前記請求項7の発明と同様に簡単な構成で液相剥離作用が得られる。なお、フロースカート全体がチャンネルボックス側に移動する構成とした場合には、液相剥離作用がより確実に行われる。

【0137】請求項9の発明によれば、支持バンドを、燃料集合体の隅角部に配置されるコーナバンド部と、燃料集合体の辺部に配置されるサイドバンド部とに分割し、このサイドバンド部を弾性材によって構成するとともにその冷却材流れ下流側端部（上端部）をチャンネルボックス側に付勢し、かつこのサイドバンド部に冷却材流通用のガイド孔を形成したことで、サイドバンド部の上端部が常時チャンネルボックスに接触する状態となり、前記のフロースカート部を有する構成と同様に、チャンネルボックス内壁の液相剥離によって燃料棒の冷却効率を向上することができる。本発明の場合には、冷却

材の流れと無関係にサイドバンド部の上端部がチャンネルボックスに接触する構成であるから、前記のフロースカート部を有する構成に比して取付け等に多少の手間を要するが、液相剥離の作用は、冷却材流量に係わりなく、より確実に行える。

【0138】請求項10の発明によれば、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スパーサを、冷却材流路の最下流側に位置するものを除く燃料スパーサとして適用することで、炉心全体での有効な冷却効果が得られる。

【0139】請求項11の発明によれば、請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スパーサを、燃料棒の燃料発熱部の長手方向中央位置から冷却材流れ下流側の領域に配置することで、気液分離の激しい炉心上部で効果的な冷却効果が得られる。

【0140】請求項12の発明によれば、さらに請求項1ないし9のいずれかに記載の燃料スパーサの設置領域を、燃料棒の燃料発熱部の冷却材流れ下流側2/3の領域に設定することで、必要部位でのより有効な冷却効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料スパーサの実施例1を示すもので、基本的な構成を示す斜視図。

【図2】実施例1による基本的な構成例の作用を示す説明図。

【図3】実施例1による変形例を示す斜視図。

【図4】実施例1による変形例を示す斜視図。

【図5】実施例1による変形例を示す斜視図。

【図6】本発明に係る燃料スパーサの実施例2を示す底面図。

【図7】図6のA-A線断面図である。

【図8】実施例2の別の構成例を示す底面図。

【図9】図8のB-B線断面図。

【図10】本発明に係る燃料スパーサの実施例3の構成を示す斜視図。

【図11】実施例3の異なる構成を示す斜視図。

【図12】実施例3の異なる構成を示す斜視図。

【図13】(A)、(B)は実施例3の作用を示す説明図。

【図14】本発明に係る燃料スパーサの実施例4の基本構成例を示す斜視図。

【図15】図14の正面図。

【図16】図14の側断面図。

【図17】図14の平面図。

【図18】実施例4の第1変形例を示す斜視図。

【図19】図18の正面図。

【図20】図18側断面図。

【図21】図18の平面図。

【図22】実施例4の第2変形例を示す斜視図。

【図23】図22の正面図。

【図24】図22の側断面図。

【図25】図22の平面図。

【図26】実施例4の第3変形例を示す斜視図。

【図27】図26の正面図。

【図28】図26の側断面図。

【図29】図26の平面図。

【図30】本発明に係る燃料スパーサの実施例5の全体構成を示す斜視図。

【図31】実施例5の作用説明図で、フロースカート部が閉じた状態を示す図。

【図32】実施例5の作用説明図で、フロースカート部が開いた状態を示す説明図。

【図33】実施例5の作用説明図で、チャンネルボックス内面での液相の剥離の状況を示す図。

【図34】本発明に係る燃料スパーサの実施例6の全体構成を示す斜視図。

【図35】実施例6の作用説明図で、フロースカート部が閉じた状態を示す図。

【図36】実施例6の作用説明図で、フロースカート部が開いた状態を示す説明図。

【図37】実施例6の作用説明図で、チャンネルボックス内面での液相の剥離の状況を示す図。

【図38】本発明に係る燃料スパーサの実施例7の全体構成を示す斜視図。

【図39】実施例7の作用説明図で、フロースカート部が閉じた状態を示す図。

【図40】実施例7の作用説明図で、フロースカート部が開いた状態を示す説明図。

【図41】実施例7の作用説明図で、チャンネルボックス内面での液相の剥離の状況を示す図。

【図42】本発明に係る燃料スパーサの実施例8の全体構成を示す斜視図。

【図43】実施例8の作用説明図で、チャンネルボックス内面での液相の剥離の状況を示す図。

【図44】燃料集合体の一例を示すもので、沸騰水型原子炉(BWR)で用いられている燃料集合体の構成を示した全体図。

【図45】従来の燃料スパーサの構成を示す側面図。

【図46】燃料集合体1の熱的限界を説明するためのグラフ。

【図47】燃料の出力比を示すグラフ。

【図48】従来の燃料スパーサのフロータブを示す斜視図。

【図49】従来の燃料スパーサのフロータブの作用説明図。

【図50】従来の燃料スパーサのフロータブの作用説明図。

【図51】従来の燃料スパーサのフロータブの作用説明図。

【図52】従来の燃料スパーサのフロータブの作用説明図。

【図 5 3】従来の燃料スーサのフロート部の作用説明  
図。

【図 5 4】従来の燃料スーサのフロート部の作用説明  
図。

【図 5 5】従来の燃料スーサのフロート部の作用説明  
図。

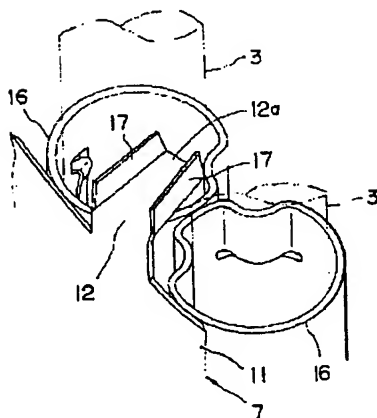
【図 5 6】従来の燃料スーサのフロート部の作用説明  
図。

【符号の説明】

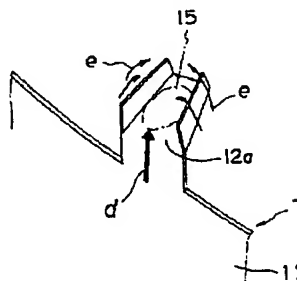
- 1 燃料集合体
- 2 チャンネルボックス
- 3 燃料棒
- 4 ウォータロッド
- 5 a 冷却水流入孔
- 5 b 冷却水噴出孔
- 6 短尺燃料棒
- 7 燃料スーサ
- 8 上部タイプレート
- 9 下部タイプレート
- 10 外部スプリング
- 11 支持バンド
- 12 フロート部
- 12 a フロート部の冷却材流れ下流側の面
- 12 b フロート部の冷却材流れ上流側の面
- 12 c 立上がり部

- 12 d 突出部
- 12 e 本体部
- 13 液膜
- 14 液滴
- 15 負圧領域
- 16 セル
- 17 エッジ
- 18 く字形の凸部
- 19 エッジ
- 10 20 間隙流路
- 22 フロースカート
- 23 本体部
- 24 スカート部
- 25 支点ピン
- 26 ヒンジ
- 27 ガイド
- 28 コーナバンド部
- 29 サイドバンド部
- 30 本体部
- 20 31 スカート部
- 32, 33 支持タブ
- 34, 35 切欠部
- 36 冷却材流通孔
- 37 流れ規制板

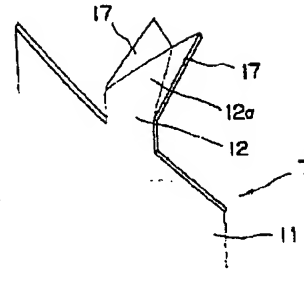
【図 1】



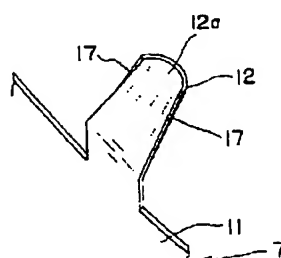
【図 2】



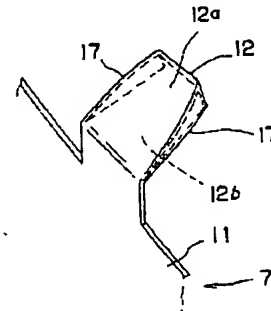
【図 3】



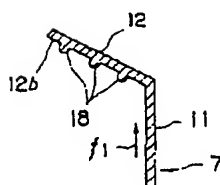
【図 4】



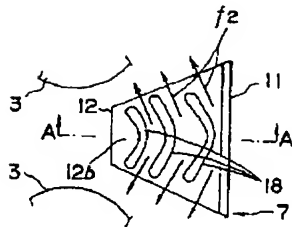
【図 5】



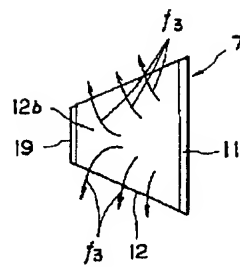
【図 7】



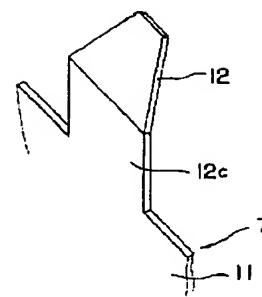
【図6】



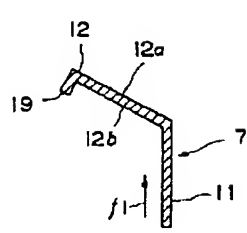
【図8】



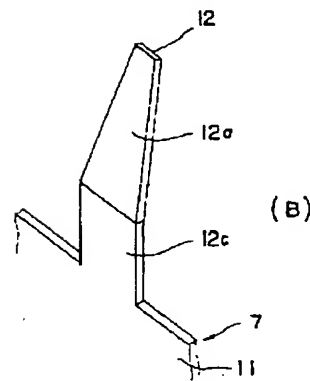
【図10】



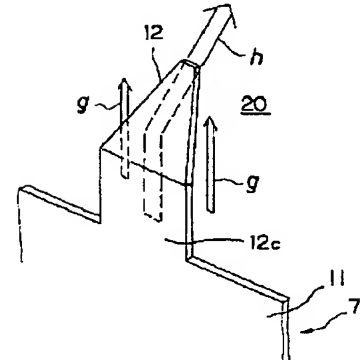
【図9】



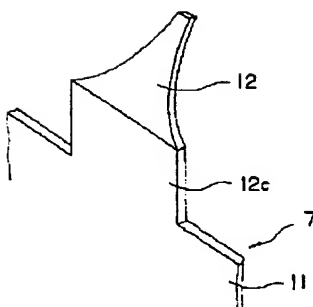
【図11】



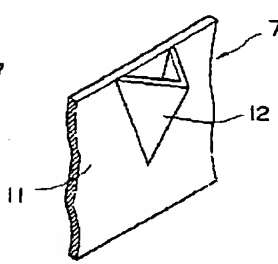
【図13】



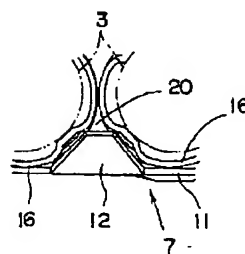
【図12】



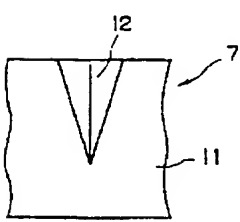
【図14】



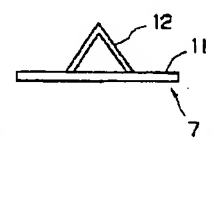
(A)



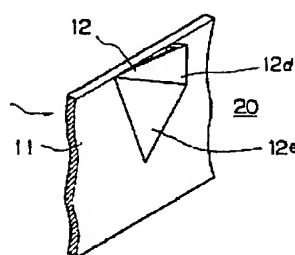
【図15】



【図17】



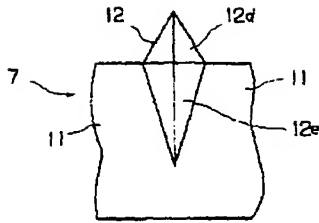
【図18】



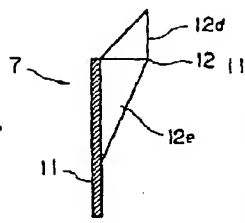
【図21】



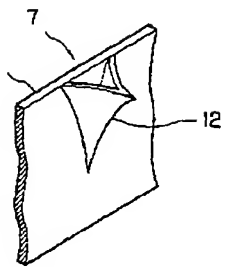
【図19】



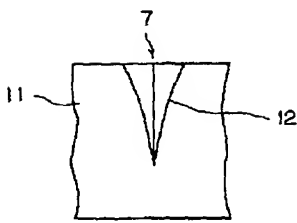
【図20】



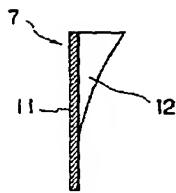
【図22】



【図23】



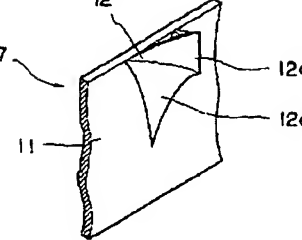
【図24】



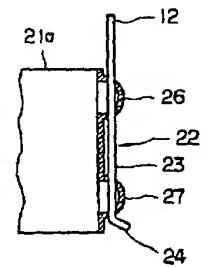
【図25】



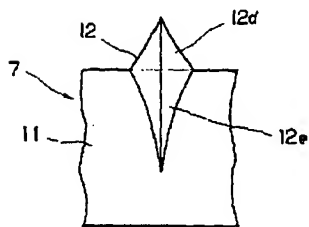
【図26】



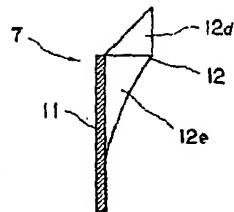
【図31】



【図27】



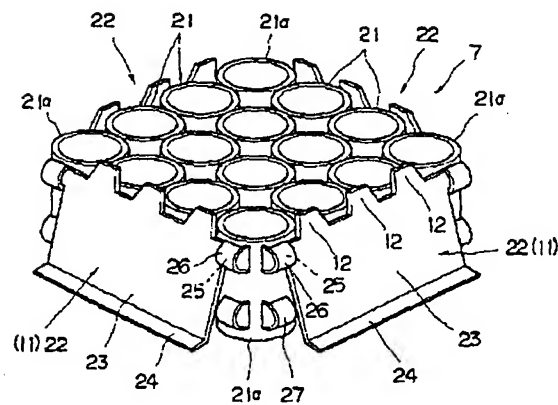
【図28】



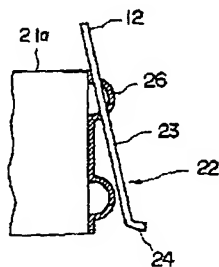
【図29】



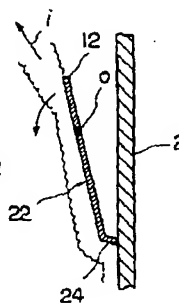
【図30】



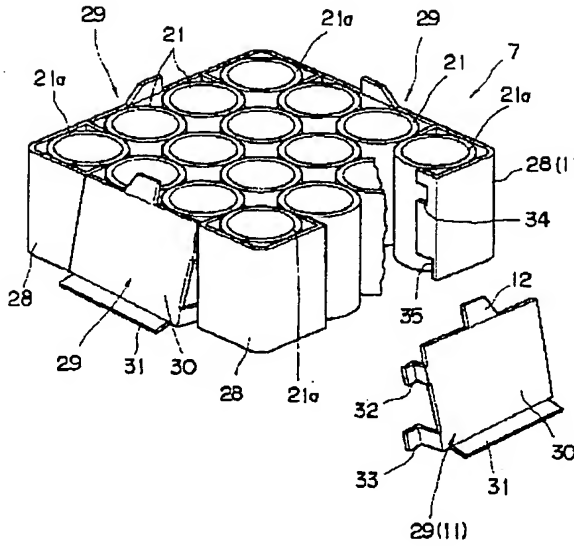
【図32】



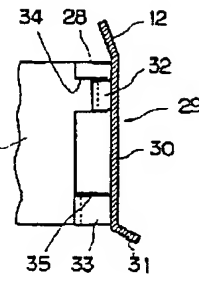
【図33】



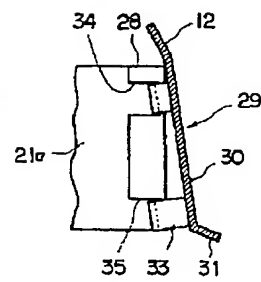
【図 34】



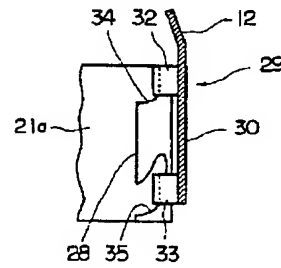
【図 35】



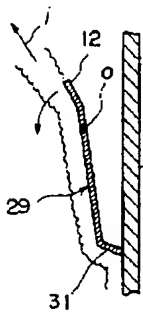
【図 36】



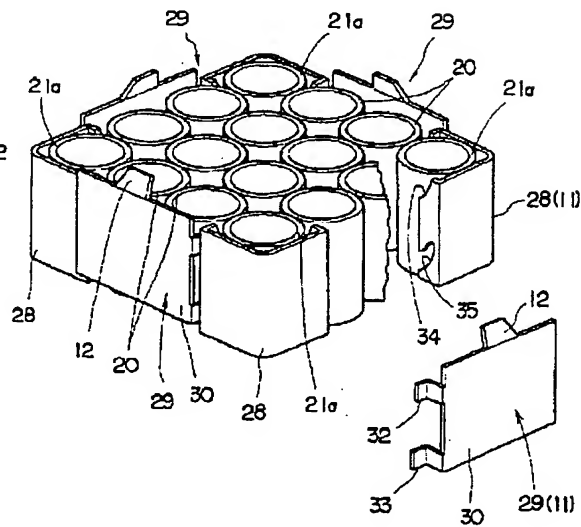
【図 39】



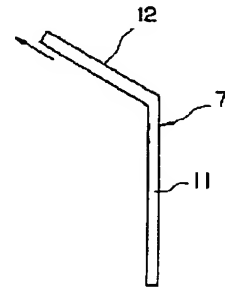
【図 37】



【図 38】

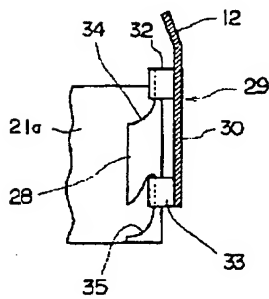


【図 49】

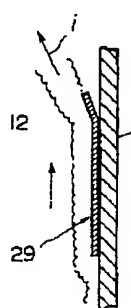


【図 52】

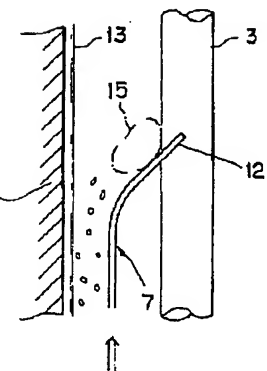
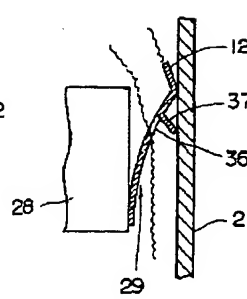
【図 40】



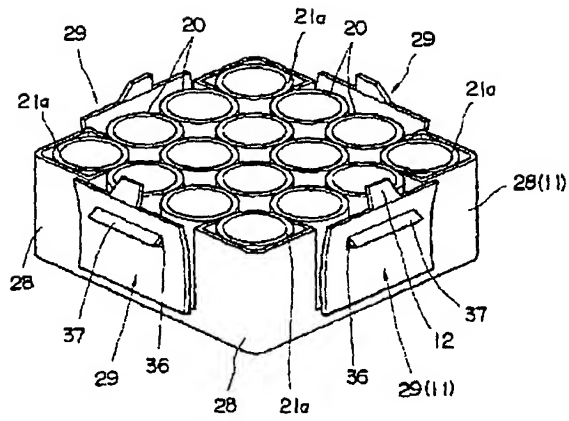
【図 41】



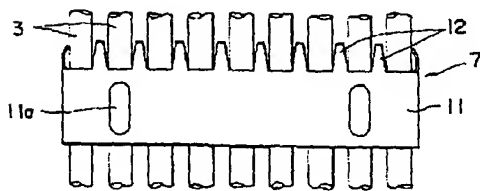
【図 43】



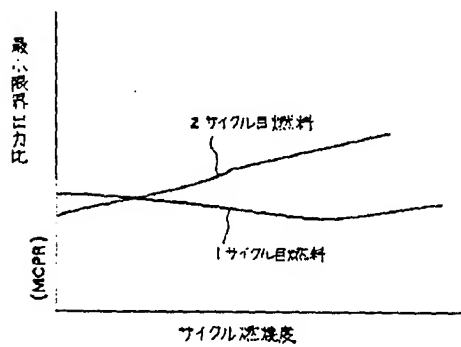
【図42】



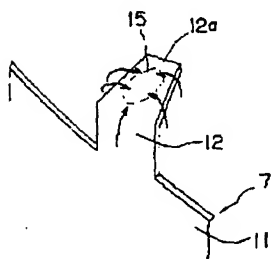
【図45】



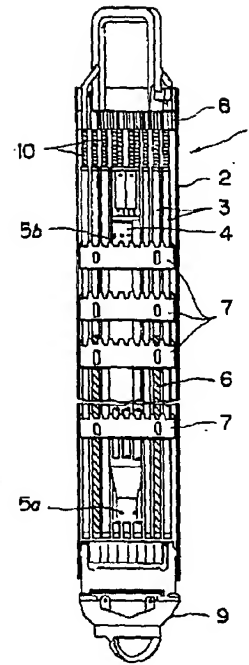
【図47】



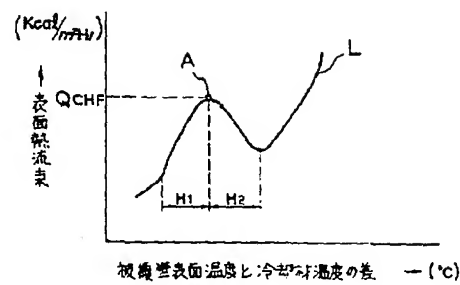
【図53】



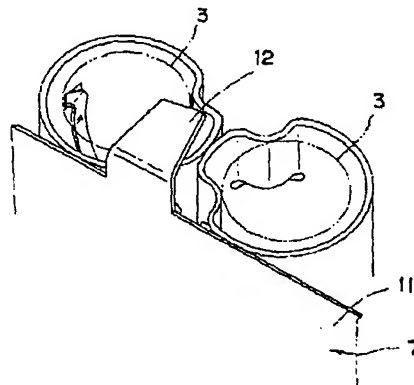
【図44】



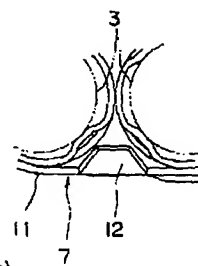
【図46】



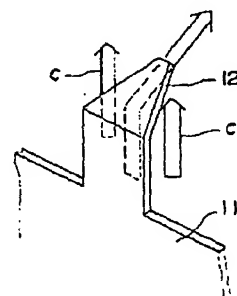
【図48】



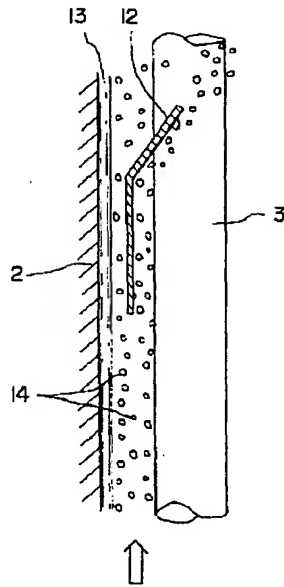
【図56】



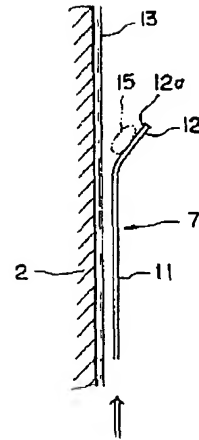
【図55】



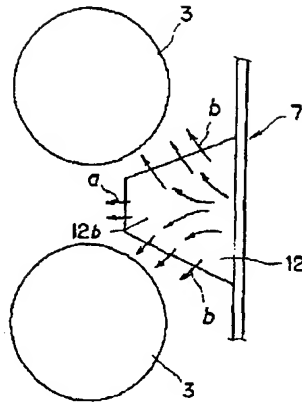
【図 50】



【図 51】



【図 54】

Docket # MO4-P000013

Applic. # \_\_\_\_\_

Applicant: W. Meier et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

G 2 1 C 3/30

G D B Y

(72) 発明者 白川 健悦

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 矢野 隆

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内